

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический
институт
Теплотехника и гидрогазодинамика
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ В.А. Кулагин
подпись инициалы, фамилия
«_____» _____ 2018 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Комбинированное исполнение систем жизнеобеспечения в
циркумполярных районах

тема

13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

код и наименование направления

13.04.01.01 Энергетика теплотехнологий

код и наименование магистерской программы

Научный руководитель _____ канд. техн. наук, доцент А.Ю. Радзюк
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник _____ В.А. Семибаламут
подпись, дата инициалы, фамилия

Рецензент _____ канд. техн. наук, доцент В.А. Заплетина
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Красноярск 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1 Характеристика поселка, его основные источники , система теплоснабжения и водоснабжения	4
1.1 Характеристика п. Светлогорск	4
1.2 Водопроводные сооружения п. Светлогорск	5
1.2.1 Описание состояния и функционирования водопроводных сетей систем водоснабжения п.Светлогорск	6
1.2.2 Описание технологических зон водоснабжения, зон централизованного и нецентрализованного водоснабжения и перечень централизованных систем водоснабжения	7
1.2.3 Описание состояния существующих источников водоснабжения и водозаборных сооружений	9
1.2.4 Целевые показатели развития централизованных систем водоснабжения	14
1.3 Функциональная структура теплоснабжения п.Светлогорск.....	16
1.3.1 Источники тепловой энергии	16
1.3.2 Балансы тепловой мощности и тепловой нагрузки в зонах действия источников тепловой энергии	17
1.3.3 Балансы теплоносителя.....	17
1.3.4 Надежность теплоснабжения	18
1.3.6 Существующая схема тепловой сети.....	27
2. Расчет надежности схемы тепло и водоснабжения поселка Светлогорск.....	27
2.1 Программный комплекс ГИС Zulu, его основные характеристики и возможности.....	27
2.2 Гидравлические расчёты сетей	32
2.3 Расчёт надежности сетей тепло и водоснабжения при прокладке в спутнике.....	38
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	50
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	51

					МД – 13.04.01.01 ПЗ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дат					
Разраб.		Семибаламу			Комбинированное исполнение систем жизнеобеспечения в циркумполярных районах	Лит.	Лист	Листов	
Провер.		Радзюк А.Ю.					2	51	
Реценз.		Заплетина				ТТУГГД			
Н. Контр.		Истягина							
Утверд		Кулагин В.А.							

ВВЕДЕНИЕ

Арктический макро-регион, вместе с прилегающим к нему морским шельфом, превышает 1/3 территории Российской Федерации. Именно здесь, при доле населения страны около 1%, производится продукция, которая превышает 60% объема валютных поступлений от экспорта. У властных структур России интерес к Арктике, начиная с 16–18 веков, периодически возникает, достигает своего апогея и постепенно затухает. Своеобразным индикатором ситуации становится создание или ликвидация в правительстве специальных ведомств по Северу, принятие нормативно-правовых актов с не всегда «просчитанным» социальным эффектом, что впоследствии приводит к необходимости их многократных поправок и изменений.

В российском контексте проблемы арктических регионов нашли свое отражение в ряде исследований Российской академии наук.

Следует заметить, что понятия «Крайний Север», «Арктика» и «Субарктика», «Циркумполярный регион», представляют собой группу концепций с различной пространственной локализацией в зависимости от цели социально-экономических исследований либо предмета нормативно-правового регулирования, а вовсе не территории с четкими границами.

Российские циркумполярные регионы составляют важную часть Российского Севера и входят в мировую Арктическую зону, а также представляют собой важные объекты межгосударственных программ по устойчивому развитию. Причем, расположенные как в европейской, так и азиатской частях, российские циркумполярные территории наиболее заселены и освоены. По оценке специалистов, численность населения российской части составляет более половины жителей всей мировой Арктической зоны.

В данной работе мы рассмотрим поселок Светлогорск Красноярского края расположенный в циркумполярном районе.

					МД-13.04.01.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

В промышленности очень часто используется прием, который называется трубопровод-спутник. Такой способ применим в поселке Светлогорск Красноярского края и произведем расчет надежности сетей тепло-водоснабжения.

Надежность систем централизованного тепло-водоснабжения определяется структурой, параметрами, степенью резервирования и качеством элементов всех ее подсистем – источников тепловой энергии, тепловых сетей, узлов потребления, систем автоматического регулирования, а также уровнем эксплуатации и строительно-монтажных работ.

В силу ряда как удаленных по времени, так и действующих сейчас причин положение в централизованном тепло-водоснабжении характеризуется неудовлетворительным техническим уровнем и низкой экономической эффективностью систем, изношенностью оборудования, недостаточными надежностью теплоснабжения и уровнем комфорта в зданиях, большими потерями тепловой энергии.

Наиболее проработанным в настоящее время является коммерческий программный комплекс ZuluThermo,ZuluHydro. Данный программный комплекс используется в ряде специализированных компаний при проектировании, прогностическом моделировании и проведении энергетических обследований тепловых сетей.

1 Характеристика поселка, его основные источники , система теплоснабжения и водоснабжения

1.1 Характеристика п. Светлогорск

Посёлок Светлогорск — рабочий посёлок в Туруханском районе Красноярского края Российской Федерации.

Располагается на левом берегу реки Курейка – правом притоке реки Енисей.

					МД-13.04.01.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

Судьба поселка неразрывно связана со строительством Курейской ГЭС и был предназначен в основном для строителей и эксплуатационников гидроэлектростанции.

1.2 Водопроводные сооружения п. Светлогорск

Водоснабжение п. Светлогорск с численностью жителей 1198 человек осуществляется из поверхностного источника - Курейского водохранилища, соответствующего, государственным санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам (Санитарно-эпидемиологическое заключение № 24.ГИ.01.000.М.000012.10.08 от 24.10.2008г.). Курейское водохранилище образовано в результате строительства гидроузла в створе р. Курейка. Водохранилище предназначено для регулирования стока р. Курейка коммунального хозяйства, водоснабжения объектов п. Светлогорск.

В верхнем течении реки Курейка и в водоохранной зоне водохранилища отсутствуют антропогенная нагрузка: нет поселения, хозяйственных объектов и промышленных предприятий, радиологический фон – нормальный.

Водозабор 1 - водозабор совмещенного типа из водоприемника, обеспечивающий подачу воды для хозяйственно-питьевого, технического водоснабжения и пожаротушения, расположен в верхнем бьефе ГЭС на 101 км от устья р.Курейка (на отметке 72,95 м в массиве левого устоя водоприемника станционного узла).

Водозаборные сооружения, установленной мощностью 8935,2 тыс.м³ в год (24,48 тыс.м³/ сут.), введены в эксплуатацию в 1987 году. Фактическая производительность за 2013 год составила 303,550 тыс.м³ в год (0,832 тыс.м³ /сут).

Схема водоснабжения: сырая вода из водохранилища насосной станцией НХПВ (3 пожарных насоса марки К 100/65/250 – 1÷2 в работе, 1 в резерве и 1 насос марки Д200/90 находится в резерве), подается по 2 трубопроводам диаметром 200 мм, проходящим по коммуникационному

					МД-13.04.01.01 ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

туннелю от здания водоприемника, затем - наземно в лотках в разводящую сеть. Для контроля объема водопотребления в насосной хозяйственно-питьевого водоснабжения установлены расходомеры марки «Метран 310-Р» (2 шт). Учет объемов питьевой воды регистрируется в журналах учета водопотребления средствами измерений.

Таблица 1.1. Характеристика основного технологического оборудования по водоснабжению п. Светлогорск.

№ н/ а	Тип насоса	G, м3/ч ас	H, м.вод. ст.	Коэф. использ ов. мощнос ти, Ки	Марка электродвига теля	Количес тво насосов в работе, в резерве	Режим работы агрегат ов, ч.	Автоматизирован ная /неавтоматизиров анная
	Насосная станция № 1							нет
1	Д 200/90	720	90	0,8	4АН 315	1 в резерве	24	
2	К 100/65-250С	100	80	0,67	5А200L2	1 в работе, 3 в резерве		
3	К 100/65-250С	100	80	0,67	5А200L2			
4	К 100/65-250С	100	80	0,67	5А200L2			
5	К 100/65 -250 (1шт.)	100	80	0,67	4АМН180М2 УЗ			

1.2.1 Описание состояния и функционирования водопроводных сетей систем водоснабжения п.Светлогорск

Таблица 1.2. Информация по трубопроводу.

					МД-13.04.01.01 ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Диаметр, мм	Год ввода в эксплуатацию	Протяженность, м	Фактический срок службы, лет	Степень износа, %	Средний срок эксплуатации	Средняя степень износа, %
20	2000	30,00	14	47	13	42
	2003	20,25	11	37		
25	2003	41,00	11	37	9	28
	2008	25,00	6	20		
50	1996	115,00	18	60	13	43
	2000	6,00	14	47		
	2001	214,00	13	43		
70	1996	196,70	18	60	14	47
80	2000	12,90	14	47	13	42
	2001	60,00	13	43		
	2003	21,50	11	37		
	2000	52,00	14	47		
	2001	87,00	13	43		
	2003	127,71	11	37		
	2008	91,63	6	20		
125	2000	100,00	14	47	11	35
	2007	17,00	7	23		
150	1989	135,00	25	83	17	56
	2003	221,50	11	37		
200	1987	132,00	27	90	18	60
	1989	1521,00	25	83		
	2000	1290,38	14	47		
	2003	1278,72	11	37		
		7355,69	14	46	13	44

1.2.2 Описание технологических зон водоснабжения, зон централизованного и нецентрализованного водоснабжения и перечень централизованных систем водоснабжения

Водоснабжение населенных пунктов, осуществляется из водозаборной насосной станции.

Зона централизованного водоснабжения сельсовета показана на рисунке 1.

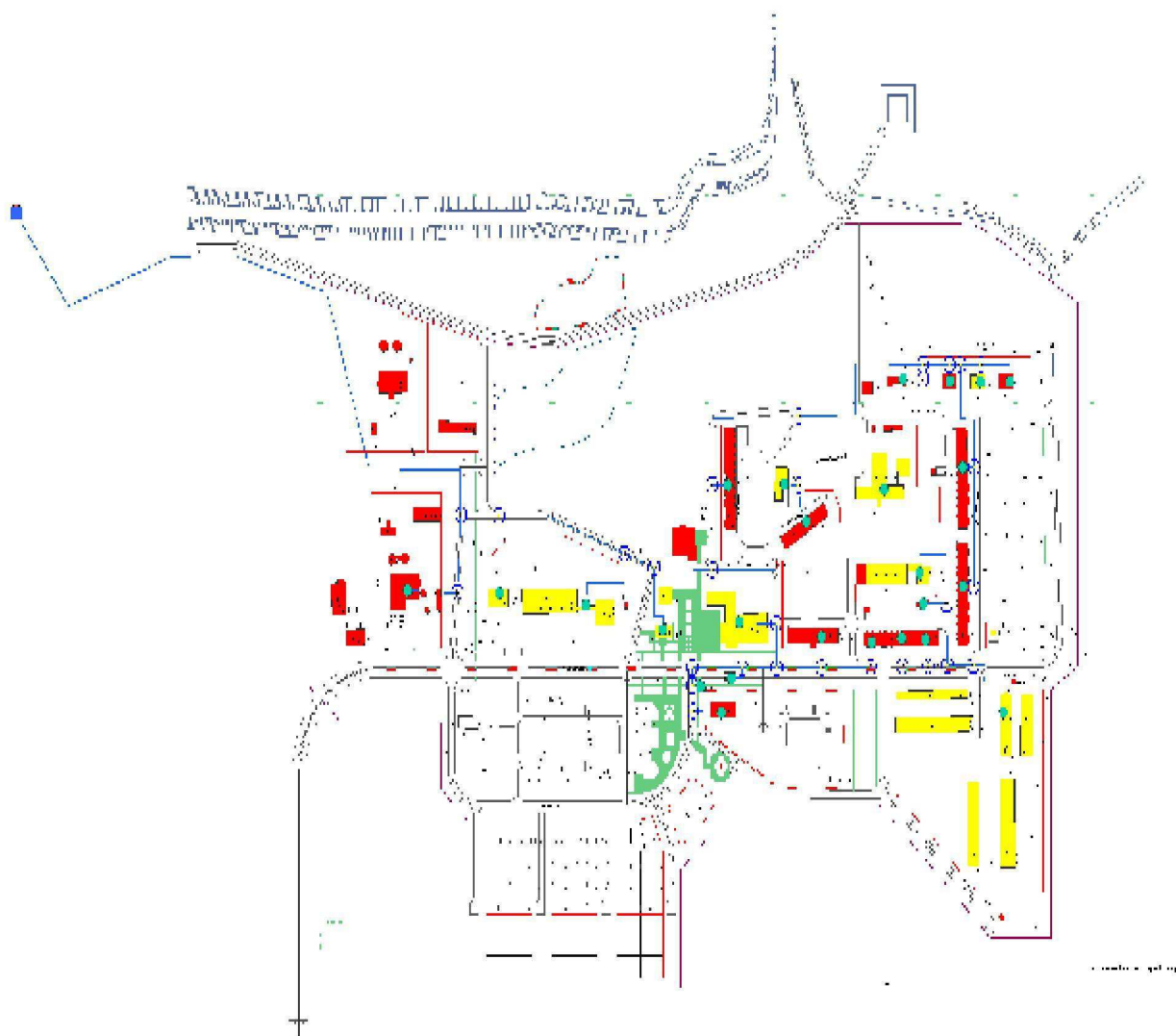


Рисунок 1. Существующая зона централизованного водоснабжения п. Светлогорск.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

МД-13.04.01.01 ПЗ

Лист

8

Условные обозначения:



Источник водоснабжения



Водопроводный колодец



Потребитель

Участок водопроводной сети

Рисунок 2. Условные обозначения в схеме водоснабжения

1.2.3 Описание состояния существующих источников водоснабжения и водозаборных сооружений

Схема водоснабжения: сырая вода из водохранилища насосной станцией НХПВ (3 пожарных насоса марки К100/65/250 – 1÷2 в работе, 1 в резерве и 1 насос марки Д200/90 находится в резерве), подается по 2 трубопроводам диаметром 200 мм, проходящим по коммуникационному туннелю от здания водоприемника, затем - наземно в лотках в разводящую сеть. На водоочистной станции (ВОС) с 31.05.2012 г. установлены бактерицидные установки УОВ-50м-100А-20 (2 шт.), производительность каждой 101 м³/час, режим работы - непрерывный, следовательно, максимальное количество воды, которое может быть подано в сеть поселка Светлогорск за сутки составляет 4,85 тыс.м³.

Для контроля объема водопотребления в насосной хозяйственно-питьевого водоснабжения установлены расходомеры марки «Метран 310-Р» (2 шт). Учет объемов питьевой воды регистрируется в журналах учета водопотребления средствами измерений.

					МД-13.04.01.01 ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 1.3. Характеристика основного технологического оборудования по водоснабжению п. Светлогорск.

№ н /а	Тип насоса	G, м3/ час	H, м.во д.ст.	Коэф. испол зов. мощн ости, Ки	Марка электродв игателя	P, к в т	I, А	U, В	Колич ество насосо в в работе , в резерв е	Режи м работ ы агрег атов, ч.	Автоматизир ованная /неавтоматиз ированная
--------------	------------	------------------	---------------------	---	-------------------------------	-------------------	---------	---------	---	---	---

Водоснабжение п. Светлогорск

	Насосная станция № 1										нет
1	Д 200/90	720	90	0,8	4АН 315	2 0 0	72 ,5	60 00	1 в резерв е	24	
2	К 100/65- 250С	100	80	0,67	5A200L2	4 5			1 в работе , 3 в резерв е		
3	К 100/65- 250С	100	80	0,67	5A200L2	4 5					
4	К 100/65- 250С	100	80	0,67	5A200L2	4 5					
5	К 100/65 - 250 (1шт.)	100	80	0,67	4AMH180 M2Y3	4 5					

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

МД-13.04.01.01 ПЗ

Лист

10

Сведения о фактическом и ожидаемом потреблении горячей, питьевой, технической воды представлены в таблице.

Таблица 1.4 Сведения о фактическом и ожидаемом потреблении горячей, питьевой, технической воды.

№ п/п	Наименование сельсовета, населенного пункта	Население, человек		Норма водо- потребл ения, м³/сут.	Водопотребление*, м³/сут.	
		I очередь развития	Расчетный срок.		I очередь м³/сут.	Расчетный срок*. м³/сут.
1	п. Светлогорск	5260	5510	0,210	1104,60	1157,10
Итого:					1122,60	1175,90
10% на местную промышленность п. Светлогорск		10%			110,46	115,71
Всего:					1233,06	1291,61
Расход воды на пожаротушение:						
п. Светлогорск		5260	5510	–	270,00	270,00
Всего расход воды на пожаротушение					378	378
Расход воды на полив зеленых насаждений, дорог:						
п. Светлогорск		5260	5510	0,050	263,00	275,50
Всего расход воды на полив зеленых насаждений					269,00	281,75
Общий расход воды по сельсовету					1880,06	1951,36

В соответствии со ст. 65 Водного Кодекса РФ ширина их водоохранных зон составляет 200 м. Небольшая часть п. Светлогорск, таким образом, находится в водоохраной зоне. Указанное обстоятельство накладывает определенные ограничения на режим хозяйственной деятельности.

В границах водоохранных зон запрещаются:

					МД-13.04.01.01 ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

-использование сточных вод для удобрения почв;

-размещение кладбищ, скотомогильников, мест захоронения отходов производства и потребления: радиоактивных, химических, взрывчатых, токсичных, отравляющих и ядовитых веществ;

-осуществление авиационных мер по борьбе с вредителями и болезнями растений;

-движение и стоянка транспортных средств (кроме специальных транспортных средств), за исключением их движения по дорогам и стоянки на дорогах и в специально оборудованных местах, имеющих твердое покрытие.

В соответствии с водным законодательством и законодательством в области охраны окружающей среды, в границах водоохранных зон допускаются проектирование, размещение, строительство, реконструкция, ввод в эксплуатацию и эксплуатация хозяйственных и иных объектов - при условии оборудования таких объектов сооружениями, обеспечивающими охрану водных объектов от загрязнения, засорения и истощения вод.

В границах прибрежной защитной полосы (ширина 50 м) наряду с ограничениями для водоохранных зон запрещаются:

-распашка земель;

-размещение отвалов размываемых грунтов;

-выпас сельскохозяйственных животных.

Необходимо, также предусмотреть мероприятия, обеспечивающие сбор и очистку поверхностных сточных вод, их дальнейшее использование на территории объектов (для полива территории).

С целью уменьшения воздействия на водные объекты в период строительства жилых домов предусматриваются следующие мероприятия:

					МД-13.04.01.01 ПЗ	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

-накопление хозяйственно-бытовых стоков в водонепроницаемой емкости мобильной туалетной кабины (либо непроницаемом выгребе), сбор и вывоз на локальные очистные сооружения;

-складирование отходов в металлических контейнерах, установленных на площадке с твердым покрытием;

-исключение хранения ГСМ на участке проведения работ - заправка техники топливом производится топливозаправщиком, снабженным наливными шлангами со специальными наконечниками, исключающими утечку ГСМ;

-заправка и межсменный отстой дорожно-строительной техники производится на площадке с твердым покрытием;

-недопущение засорения территории участка работ, мусором;

-присыпка опилками или песком для адсорбирования случайно попавших на грунт нефтепродуктов, сбор и вывоз их на полигон ТБО;

-запрещение работы на неисправной технике, имеющей утечки топлива и масел;

-обслуживание и ремонт строительной техники и автотранспорта производится на специализированном предприятии, в ремонтных боксах.

Для предотвращения загрязнения поверхностных и подземных вод в целом для населенного пункта рекомендуется:

-не допускать захламление прибрежной территории бытовым мусором;

-строительство распределительной водопроводной сети;

-установление поясов зон санитарной охраны вокруг скважинных водозаборов, проведение мероприятий по организации ЗСО источников водоснабжения;

					МД-13.04.01.01 ПЗ	Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

-введение оборотного водоснабжения на предприятиях.

1.2.4 Целевые показатели развития централизованных систем водоснабжения

В соответствии с постановлением Правительства РФ от 05.09.2013 №782 «О схемах водоснабжения и водоотведения» (вместе с «Правилами разработки и утверждения схем водоснабжения и водоотведения», «Требованиями к содержанию схем водоснабжения и водоотведения») к целевым показателям развития централизованных систем водоснабжения относятся:

- показатели качества питьевой воды;
- показатели надежности и бесперебойности водоснабжения;
- показатели качества обслуживания абонентов;
- показатели эффективности использования ресурсов, в том числе сокращения потерь воды при транспортировке;
- соотношение цены реализации мероприятий инвестиционной программы и их эффективности улучшение качества воды;
- иные показатели, установленные федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере жилищно-коммунального хозяйства.

Проблемы снабжения населения чистой водой носят комплексный характер, а их решение окажет существенное положительное влияние на социальное благополучие общества.

Выполнение всех мероприятий намеченных схемой водоснабжения приведёт к уменьшению доли водопроводных сетей нуждающихся в замене.

					МД-13.04.01.01 ПЗ	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

К целевым показателям деятельности организаций, осуществляющих водоснабжение, относятся показатели качества питьевой воды.

Питьевая вода должна соответствовать СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».

Показатели надежности и бесперебойности водоснабжения.

Надежность и бесперебойность систем водоснабжения контролируется следующими показателями:

- а) Удельное количество аварий на разводящих сетях в месяц - 0,0075ед./км;
- б) Удельное количество порывов и повреждений на сетях в месяц - 0,002 ед./км;
- в) Доля устраненных аварий без прекращения подачи воды абонентам - 100%;
- г) Доля разводящих сетей, нуждающихся в замене – 46,6км.

Показатели качества обслуживания абонентов.

Для качественного обслуживания абонентов, необходимо организовать:

- качественную диспетчерскую службу, для круглосуточного обращения абонентов;
- аварийную службу, для круглосуточного выезда, для устранения аварий в водопроводных сетях;
- подключение новых абонентов;
- качественный учет для своевременного расчета абонента.

					МД-13.04.01.01 ПЗ	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.3 Функциональная структура теплоснабжения п.Светлогорск

Системы теплоснабжения представляют собой инженерный комплекс из источников тепловой энергии и потребителей тепла, связанных между собой тепловыми сетями различного назначения и балансовой принадлежности, имеющими характерные тепловые и гидравлические режимы с заданными параметрами теплоносителя. Величины параметров и характер их изменения определяются техническими возможностями основных структурных элементов систем теплоснабжения (источников, тепловых сетей и потребителей), экономической целесообразностью.

Котельные снабжают теплом и горячей водой отдельные группы жилых зданий и социальных объектов. К центральному отоплению от существующей котельной подключены жилые дома, общественные и административные здания.

1.3.1 Источники тепловой энергии

В настоящее время на территории Светлогорского сельсовета имеется одна электрическая котельная, отапливающая жилой фонд общей площадью и объекты соцкультбыта.

Котельная п.Светлогорск.

Все оборудование котельной можно подразделить на основное и вспомогательное. К основному оборудованию относятся котлы. В сельсовете на котельной используются водогрейные котлы.

Система теплоснабжения двухтрубная.

Исходная вода поступает из хозяйственно-питьевого водопровода.

Расход отпущенного потребителям тепла осуществляется расчетным путем в зависимости от показаний температур воды в подающем и обратном трубопроводах.

					МД-13.04.01.01 ПЗ	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.3.2 Балансы тепловой мощности и тепловой нагрузки в зонах действия источников тепловой энергии

Баланс тепловой мощности подразумевает соответствие подключенной тепловой нагрузки тепловой мощности источника. Тепловая нагрузка потребителей рассчитывается как необходимое количество тепловой энергии на поддержание нормативной температуры воздуха в помещениях потребителя при расчетной температуре наружного воздуха. Для данного региона расчетная температура наружного воздуха - минус 50°C.

Таблица 1.5 Баланс установленной, тепловой мощности нетто в тепловых сетях и присоединенной тепловой нагрузки по каждому источнику тепловой энергии

№	Источник тепловой энергии	Установленная мощность, Гкал/час	Собственные нужды, Гкал/час	Тепловая нагрузка на потребителей, Гкал/час	Тепловая мощность нетто, Гкал/час	Резерв/дефицит тепловой мощности нетто, Гкал/час
1	Котельная	30,05	0,037	4,242	4,205	+25,85

1.3.3 Балансы теплоносителя

В соответствии с требованиями СНиП 41-01-2004, расчетный часовой расход воды для определения производительности водоподготовки и соответствующего оборудования для подпитки системы теплоснабжения следует принимать:

- в закрытых системах теплоснабжения - 0,75 % фактического объема воды в трубопроводах тепловых сетей и присоединенных к ним системах отопления и вентиляции зданий. При этом для участков тепловых сетей длиной более 5 км от источников теплоты без распределения теплоты расчетный расход воды следует принимать равным 0,5 % объема воды в этих трубопроводах;

- в открытых системах теплоснабжения - равным расчетному среднему расходу воды на горячее водоснабжение с коэффициентом 1,2 плюс 0,75 %

					МД-13.04.01.01 ПЗ	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

фактического объема воды в трубопроводах тепловых сетей и присоединенных к ним системах отопления, вентиляции и горячего водоснабжения зданий. При этом для участков тепловых сетей длиной более 5 км от источников теплоты без распределения теплоты расчетный расход воды следует принимать равным 0,5 % объема воды в этих трубопроводах;

-для отдельных тепловых сетей горячего водоснабжения при наличии баков-аккумуляторов - равным расчетному среднему расходу воды на горячее водоснабжение с коэффициентом 1,2; при отсутствии баков - по максимальному расходу воды на горячее водоснабжение плюс (в обоих случаях) 0,75 % фактического объема воды в трубопроводах сетей и присоединенных к ним системах горячего водоснабжения зданий.

Для открытых и закрытых систем теплоснабжения должна предусматриваться дополнительно аварийная подпитка химически не обработанной и недеаэрированной водой, расход которой принимается в количестве 2 % объема воды в трубопроводах тепловых сетей и присоединенных к ним системах отопления, вентиляции и в системах горячего водоснабжения для открытых систем теплоснабжения. При наличии нескольких отдельных тепловых сетей, отходящих от коллектора теплоисточника, аварийную подпитку допускается определять только для одной наибольшей по объему тепловой сети. Для открытых систем теплоснабжения аварийная подпитка должна обеспечиваться только из систем хозяйственно-питьевого водоснабжения.

На котельной водоподготовительные установки имеются.

1.3.4 Надежность теплоснабжения

Оценка надежности теплоснабжения разрабатываются в соответствии с подпунктом «и» пункта 19 и пункта 46 Требований к схемам

					МД-13.04.01.01 ПЗ	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

теплоснабжения. Нормативные требования к надёжности теплоснабжения установлены в СНиП 41.02.2004 «Тепловые сети» в части пунктов 6.27-6.31 раздела «Надежность».

В СНиП 41.02.2004 надежность теплоснабжения определяется по способности проектируемого и действующего источника теплоты, тепловых сетей и в целом систем централизованного теплоснабжения обеспечивать в течение заданного времени требуемые режимы, параметры и качество теплоснабжения (отопления, вентиляции, горячего водоснабжения, а также технологических потребностей предприятий в паре и горячей воде) обеспечивать нормативные показатели вероятности безотказной работы [Р], коэффициент готовности [Кг], живучести [Ж].

Расчет показателей системы с учетом надежности должен производиться для каждого потребителя. При этом минимально допустимые показатели вероятности безотказной работы следует принимать для:

- источника теплоты $R_{ит}=0,97$;
- тепловых сетей $R_{тс}=0,9$
- потребителя теплоты $R_{пт}=0,99$;
- СЦТ в целом $R_{сцт} = 0,9 \times 0,97 \times 0,99 = 0,86$.

В настоящее время не существует общей методики оценки надежности систем коммунального теплоснабжения по всем или большинству показателей надежности. Для оценки используются такие показатели, как вероятность безотказной работы СЦТ; готовность и живучесть. В основу расчета вероятности безотказной работы системы положено понятие плотности потока отказов ω (1/км. год). При этом сама вероятность отказа системы равна произведению плотности потока отказов на длину трубопровода (км) и времени наблюдения (год).

					МД-13.04.01.01 ПЗ	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Вероятность безотказной работы P определяется по формуле:

$$P = e^{-\omega} \quad (1.1)$$

где,

ω – плотность потока учитываемых отказов, сопровождающихся снижением подачи тепла потребителям (1/км.год):

$$\omega = a \cdot m \cdot K_c \cdot d^{0.208} \quad (1.2)$$

где,

a – эмпирический коэффициент, принимается равным 0,00003;

m – эмпирический коэффициент потока отказов, принимается 1;

K_c – коэффициент, учитывающий старение конкретного участка теплосети. При проектировании $K_c=1$. Во всех других случаях рассчитывается по формуле:

$$K_c = 3 \cdot I^{2.6} \quad (1.3)$$

$$I = \frac{n}{n_0} \quad (1.4)$$

где,

I – индекс утраты ресурса;

n – возраст трубопровода, год;

n_0 – расчетный срок службы трубопровода, год.

Расчет выполняется для каждого участка тепловой сети, входящего в путь от источника до абонента и сведен в таблицу 1.6.

					МД-13.04.01.01 ПЗ	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 1.6 Надежность теплоснабжения п.Светлогорск

Наименование участка	Год ввода в эксплуатацию	Диаметр, мм	Кс	Плотность потока отказов
ЦЭК -У2-1	2001	100	0,44498818	8,2693E-06
У2-1-УТ1	2001	82	0,44498818	7,9349E-06
УТ1-УТ3	2001	100	0,44498818	8,2693E-06
УТ1-УТ3 (подъем над дорогой)	2001	100	0,44498818	8,2693E-06
УТ3-УТ4	2001	207	0,44498818	9,6204E-06
УТ3-УТ4 П-образный горизонтальный компенсатор	2001	100	0,44498818	8,2693E-06
УТ4-больница	2001	207	0,44498818	9,6204E-06
УТ4-УТ5	2001	100	0,44498818	8,2693E-06
Врезка УТ5-аптека	2005	150	0,15506408	3,1352E-06
УТ5-УТ6	2001	100	0,44498818	8,2693E-06
УТ5-УТ6 П-образный (проход)	2001	150	0,44498818	8,997E-06
УТ6-У6-1	2001	100	0,44498818	8,2693E-06
У6-1-У17-1	2000	82	0,54793614	9,7707E-06
У17-1-УТ-17	2000	100	0,54793614	1,0182E-05
У17-1 - клуб	2000	50	0,54793614	8,8153E-06
УТ17-УТ18-1	2000	50	0,54793614	8,8153E-06
УТ18-1-УТ18	2000	50	0,54793614	8,8153E-06
УТ18-УТ19-1	2000	50	0,54793614	8,8153E-06
УТ19-1 -маг. Люкс	2000	50	0,54793614	8,8153E-06

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

МД-13.04.01.01 ПЗ

Лист

21

Наименование участка	Год ввода в эксплуатацию	Диаметр, мм	Kc	Плотность потока отказов
УТ19-1 – УТ19	2000	50	0,54793614	8,8153E-06
УТ19-ж/д 10	2003	50	0,27699838	4,4564E-06
УТ17-УТ16	2000	50	0,54793614	8,8153E-06
УТ16-ж/д 19а	2000	50	0,54793614	8,8153E-06
УТ16-УТ15-2	2000	50	0,54793614	8,8153E-06
УТ15-2- ж/д 21	2000	50	0,54793614	8,8153E-06
УТ15-2- ж/д 21	2000	50	0,54793614	8,8153E-06
УТ15-2- ж/д 21	2000	50	0,54793614	8,8153E-06
УТ15 –2- УТ15	2000	50	0,54793614	8,8153E-06
УТ15 – УТ15-1	2000	50	0,54793614	8,8153E-06
УТ15 –1- УТ14	2000	50	0,54793614	8,8153E-06
УТ14-УТ14-1	2000	50	0,54793614	8,8153E-06
УТ14-1- оздор.центр, детсад)	2000	50	0,54793614	8,8153E-06
УТ14-УТ13	2000	50	0,54793614	8,8153E-06
УТ13-УТ13-1	2000	50	0,54793614	8,8153E-06
УТ13-1-КНС	2000	50	0,54793614	8,8153E-06
УТ13-1 -гаражи	1992	50	1,90654648	3,0673E-05
УТ13 –УТ12-1	2000	50	0,54793614	8,8153E-06
УТ12-1 – ж/д 2	2000	50	0,54793614	8,8153E-06
УТ12-1- УТ12	2000	50	0,54793614	8,8153E-06
УТ12-1 - УТ12 П-образный вертикальный проход	2000	50	0,54793614	8,8153E-06
УТ12 – ж/д 3	2000	50	0,54793614	8,8153E-06

					МД-13.04.01.01 ПЗ	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Наименование участка	Год ввода в эксплуатацию	Диаметр, мм	Kc	Плотность потока отказов
УТ12 – ж/д 3	2000	50	0,54793614	8,8153E-06
УТ12 - опуск	2003	50	0,27699838	4,4564E-06
Опуск - УТ11	2003	50	0,27699838	4,4564E-06
УТ11-УТ10	2003	50	0,27699838	4,4564E-06
УТ10 - УТ9	2003	50	0,27699838	4,4564E-06
УТ9 - школа	2003	50	0,27699838	4,4564E-06
Опуск под землю у школы	2003	50	0,27699838	4,4564E-06
Опуск под дорогой	2007	50	0,07339568	1,1808E-06
УТ9 –УТ8	2003	50	0,27699838	4,4564E-06
УТ9 –УТ8 П-образный горизонтальный компенсатор	2003	50	0,27699838	4,4564E-06
УТ9 –УТ8 П-образный вертикальный компенсатор	2003	50	0,27699838	4,4564E-06
УТ8 – ж/д 1	2008	50	0,04568769	7,3503E-07
УТ6 – УТ7	2003	50	0,27699838	4,4564E-06
УТ6 – УТ7 П-образный вертикальный компенсатор (проезд)	2003	50	0,27699838	4,4564E-06
УТ7 – ж/д 4	2003	50	0,27699838	4,4564E-06
УТ7 – УТ8	2003	50	0,27699838	4,4564E-06

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

МД-13.04.01.01 ПЗ

Лист

23

По данным региональных справочников по климату о среднесуточных температурах наружного воздуха за последние десять лет строят зависимость повторяемости температур наружного воздуха (график продолжительности тепловой нагрузки отопления). При отсутствии этих данных зависимость повторяемости температур наружного воздуха для местоположения тепловых сетей принимают по данным СНиП «Строительная климатология и геофизика» или Справочника «Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей».

С использованием данных о теплоаккумулирующей способности абонентских установок определяют время, за которое температура внутри отапливаемого помещения снизится до температуры, установленной в критериях отказа теплоснабжения. Отказ теплоснабжения потребителя - событие, приводящее к падению температуры в отапливаемых помещениях жилых и общественных зданий ниже +12 °С, в промышленных зданиях ниже +8 °С (СНиП 41-02-2003 «Тепловые сети»). Для расчета времени снижения температуры в жилом здании используют формулу:

$$t_B = t_n + \frac{Q_0}{q_0 V} + \frac{(t'_B - t_n - \frac{Q_0}{q_0 V})}{e^{Z/\beta}} \quad (1.5)$$

где

t_B - внутренняя температура, которая устанавливается в помещении через время Z в часах, после наступления исходного события, °С;

Z - время отсчитываемое после начала исходного события, ч;

t'_B - температура в отапливаемом помещении, которая была в момент начала исходного события, °С;

t_n - температура наружного воздуха, усредненная на периоде времени Z , °С;

					МД-13.04.01.01 ПЗ	Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Q_0 - подача теплоты в помещение, Дж/ч;

$q_0 V$ - удельные расчетные тепловые потери здания, Дж/(ч⁰С);

β - коэффициент аккумуляции помещения (здания) для жилого здания равно 40 ч.

Для расчет времени снижения температуры в жилом здании до +12⁰С

при внезапном прекращении теплоснабжения, при $\frac{Q_0}{q_0 V} = 0$) формула имеет следующий вид:

$$Z = \beta \cdot \ln \frac{(t'_B - t_H)}{(t_{B.a} - t_H)} \quad (1.6)$$

где внутренняя температура, которая устанавливается критерием отказа теплоснабжения (+12 °С для жилых зданий);

Расчет проводится для каждой градации повторяемости температуры наружного воздуха.

Таблица 1.7. Расчет времени снижения температуры внутри отапливаемого помещения

Температура наружного воздуха, °С	Повторяемость температур наружного воздуха, час	Время снижения температуры воздуха внутри отапливаемого помещения до +12°С
-42	0	5,25
-40	9	5,72
-35	78	6,28
-30	203	6,97
-25	417	7,82
-20	745	8,92
-15	1205	10,38
-10	1853	12,4
-5	2741	15,42
0	3804	20,43
+5	4796	30,48
+8	5195	43,94

В большинстве случаев несоблюдение нормативных показателей вызвано устареванием трубопроводов, так как параметр потока отказов ω , для участков со сроком службы, превышающим расчетный, принимает большие значения.

С точки зрения надежности, общими рекомендациями по повышению безотказности работы, для всех участков, вне зависимости от результатов расчета являются:

- реконструкция участков со сроком службы, превышающим расчетный срок службы трубопроводов, параметр потока отказов ω для которых принимает большие значения;
- строительство резервных связей (перемычек);
- повышение коэффициента аккумуляции теплоты зданий (утепление, программы энергосбережения).

Кроме того, помимо схемных решений, общей рекомендациями по повышению надёжности теплоснабжения является внедрение мероприятия по улучшению эксплуатации тепловых сетей - вентиляция камер и каналов, прокладка дренажных линий, внедрение систем электрохимической защиты.

					МД-13.04.01.01 ПЗ	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.3.6 Существующая схема тепловой сети

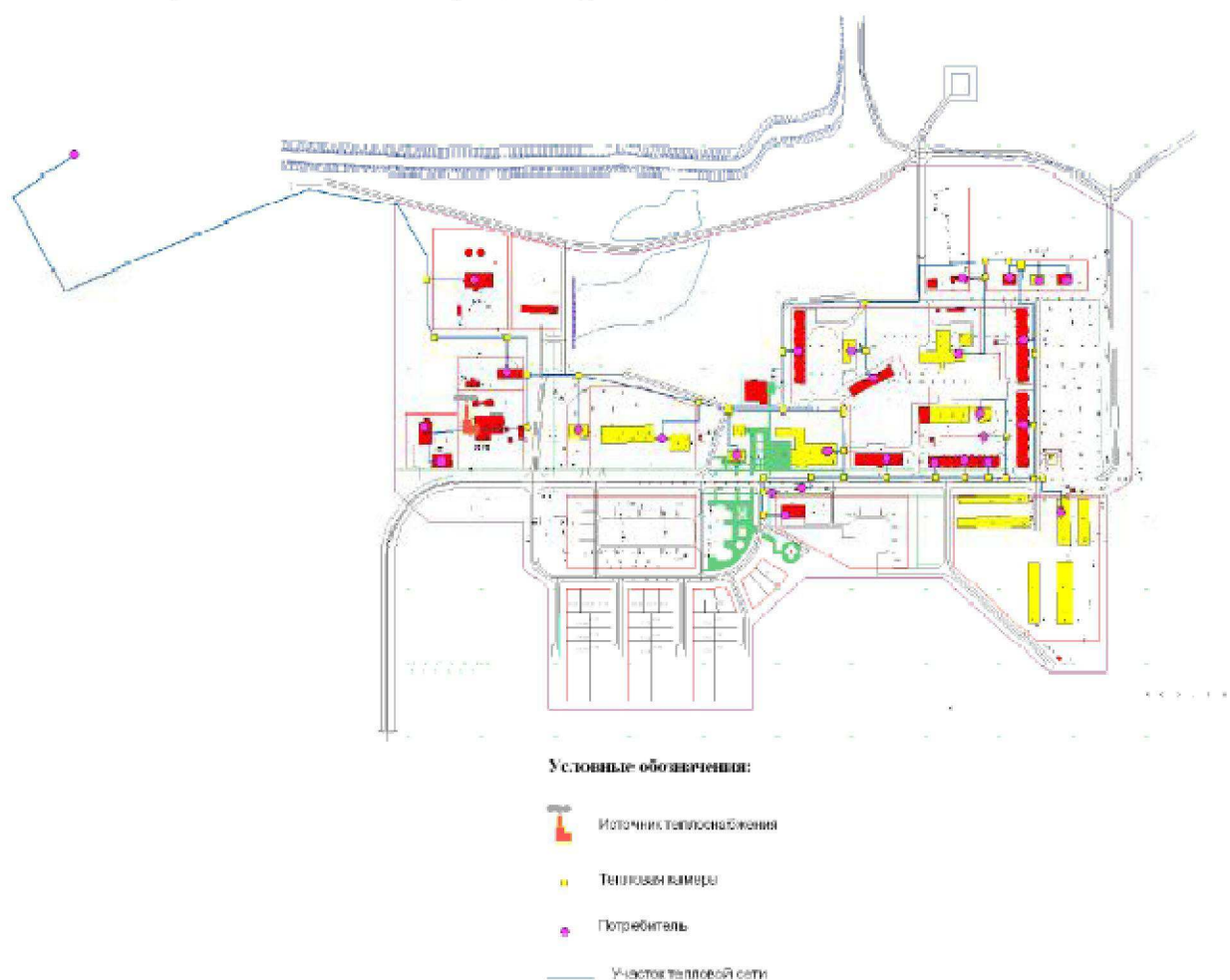


Рисунок 3. Существующая схема тепловой сети п. Светлогорск

2. Расчет надежности схемы тепло и водоснабжения поселка Светлогорск

2.1 Программный комплекс ГИС Zulu, его основные характеристики и возможности.

Геоинформационная система Zulu 7.0 написана на языке программирования Visual C++.

Геоинформационная система Zulu предназначена для редактирования и

					МД-13.04.01.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

разработки ГИС приложений, требующих визуализации пространственных данных в векторном и растровом виде, анализа их топологии и их связи с семантическими базами данных.

С помощью Zulu можно создавать всевозможные карты, планы и схемы, включая планы и схемы инженерных сетей с поддержкой их топологии, работать с растрами, использовать данные и получать данные из различных источников BDE, ODBC и ADO.

ГИС Zulu позволяет импортировать данные из таких программ как MapInfo, AutoCADRelease 12, ArcView. В результате импорта будут получены векторные слои с готовыми объектами, при этом все характеристики, такие как масштаб, цвет и др. будут сохранены.

Если к объектам в обменном формате была прикреплена база данных, то она так же импортируется в Zulu.

Помимо импорта Zulu имеет возможность экспорта графических данных в такие программы как MapInfo, AutoCAD Release 12 и ArcView. Экспорт семантических данных возможен в электронную таблицу MicrosoftExcel или страницу HTML.

В системе Zulu также могут без преобразования использоваться описатели растровых объектов в форматах MapInfo и OziExplorer.

Система обладает широкими возможностями.

Создавать карты местности в различных географических системах координат и картографических проекциях, отображать векторные графические данные со сглаживанием и без.

Осуществлять обработку растровых изображений форматов BMP, TIFF, PCX, JPG, GIF, PNG при помощи встроенного графического редактора.

Пользоваться данными с серверов, поддерживающих спецификацию WMS (WebMapService).

С помощью создаваемых векторных слоев с собственным бинарным форматом, обеспечивающим высокую скорость работы, векторизовать растровые изображения.

					МД-13.04.01.01 ПЗ	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

При векторизации использовать как примитивные объекты (символьные, текстовые, линейные, площадные) так и типовые объекты, описываемые самостоятельно в структуре слоя.

Работать с семантическими данными, подключаемыми к слою из внешних источников BDE, ODBC или ADO через описатели баз данных (получать данные можно из таблиц Paradox, dBase, FoxPro; Microsoft Access; Microsoft SQL Server; ORACLE и других источников ODBC или ADO).

Выполнять запросы к базам данных с отображением результатов на карте (поиск определенной информации, нахождение суммы, максимального, минимального значения, и т.д.).

Выполнять пространственные запросы по объектам карты в соответствии со спецификациями OGC.

Создавать модель рельефа местности и строить на ее основе изолинии, зоны затопления профили и растры рельефа, рассчитывать площади и объемы.

Экспортировать данные из семантической базы или результаты запроса в электронную таблицу Microsoft Excel или страницу HTML.

Программно или по семантическим данным создавать тематические раскраски, с помощью которых меняется стиль отображения объектов.

Выводить для всех объектов слоя надписи или бирки, текст надписи может как браться из семантической базы данных, так и переопределяться программно.

Создавать и использовать библиотеку графических элементов систем тепло-водо-парогазо-электроснабжения и режимов их функционирования.

Создавать расчетные схемы инженерных коммуникаций с автоматическим формированием топологии сети и соответствующих баз данных.

Изменять топологию сетей и режимы работы ее элементов.

Решать топологические задачи (изменение состояния объектов (переключения), поиск отключающих устройств, поиск кратчайших путей, поиск связанных объектов, поиск колец).

					МД-13.04.01.01 ПЗ	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Решать транспортные задачи с учетом правил дорожного движения.

Для быстрого перемещения в нужное место карты устанавливать закладки (закладка на точку на местности с определенным масштабом отображения и закладка на определенный объект слоя (весьма удобно, если объект - движущийся по карте)).

С помощью проектов раскрывать структуру того или иного объекта, изображенного на карте схематично.

Создавать макеты печати.

Импортировать графические данные из MapInfo (MIF/MID), AutoCADRelease 12(DXF) и ArcView (SHP).

Экспортировать графические данные в MapInfo (MIF/MID), AutoCADRelease 12 (DXF), ArcView (SHP) и Windows Bitmap (BMP).

Создавать макросы на языках VB Script или JavaScript.

Осуществлять программный доступ к данным через объектную модель для написания собственных конвертеров.

Создавать собственные приложения, работающие под управлением Zulu.

Основные характеристики и особенности системы.

Одной из основных особенностей Zulu является высокая скорость работы.

Система сочетает современный уровень возможностей с быстротой их исполнения. Требования системы Zulu к ПК совпадают с требованиями операционной системы, на которой она выполняется.

Помимо этого Zulu имеет возможность организовывать так называемые слои в памяти (tracking layers). Это слои, все объекты которых созданы в оперативной памяти, не требуют дискового пространства, отображаются и изменяются чрезвычайно быстро, что позволяет делать с их использованием анимированные карты – например, отображать движущиеся объекты или данные телеметрии.

Наряду с обычным для ГИС разделением объектов на контуры, ломаные, поликонтуры, полиломаные, Zulu поддерживает линейно-узловую топологию,

					МД-13.04.01.01 ПЗ	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

что позволяет вместе с прочими пространственными данными (улицы, дома, реки, районы, озера и проч.) моделировать и инженерные сети. Ввод сетей производится с автоматическим кодированием топологии. Нарисованная на экране сеть сразу становится готовой для топологического анализа. Это исключает длительный и нудный этап занесения информации о связях между объектами, да еще и в табличном виде (как это делалось в прошлом веке).

Объектная модель Zulu открыта для расширения приложениями пользователя через механизм COM. Zulu предоставляет возможность использовать и расширять свою функциональность двумя способами - это написание модулей расширения системы (plug-ins) или использование ActiveXкомпонентов в своих готовых приложениях.

Программный модуль для выполнения теплогидравлических расчетов тепловых сетей ZuluThermo.

Расчет величины тепловых потерь производился в программном комплексе ZuluThermo. Целью данного расчета является определение тепловых потерь через изоляцию трубопроводов. Тепловые потери определяются суммарно за год с разбивкой по месяцам. Просмотреть результаты расчета можно как суммарно по всей тепловой сети, так и по каждому отдельно взятому источнику тепловой энергии и каждому центральному тепловому пункту (ЦТП), по различным владельцам (балансодержателям).

Пакет ZuluThermo позволяет создать расчетную математическую модель сети, выполнить паспортизацию сети, и на основе созданной модели решать информационные задачи, задачи топологического анализа, и выполнять различные теплогидравлические расчеты.

Расчету подлежат тупиковые и кольцевые тепловые сети, в том числе с повысительными насосными станциями и дросселирующими устройствами, работающие от одного или нескольких источников.

Программа предусматривает теплогидравлический расчет с присоединением

					МД-13.04.01.01 ПЗ	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

к сети индивидуальных тепловых пунктов (ИТП) и центральных тепловых пунктов (ЦТП) по нескольким десяткам схемных решений, применяемых на территории России. Расчет систем теплоснабжения может производиться с учетом утечек из тепловой сети и систем теплопотребления, а также тепловых потерь в трубопроводах тепловой сети.

Расчет тепловых потерь ведется либо по нормативным потерям, либо по фактическому состоянию изоляции. Расчет величины тепловых потерь произведенный в программном комплексе ZuluThermo по уровню детализации равняется фактическим потерям в тепловой сети.

2.2 Гидравлические расчёты сетей

Целью гидравлического расчета (конструкторского расчета) является определение диаметров трубопроводов и потерь давления в тепловой сети при известных расходах и параметрах теплоносителя. Конструкторский расчет выполняется для тупиковой и кольцевой тепловой сети.

Исходными данными для проведения конструкторского гидравлического расчета являются:

1. схема тепловой сети;
2. длины участков тепловой сети, количество и места установки задвижек, компенсаторов и углов поворота;
3. расчетные нагрузки потребителей;
4. расчетные параметры теплоносителя на источнике и потребителях;
5. геодезические отметки узлов тепловой сети и высоты зданий.

Конструкторский расчет трубопроводов тепловой сети открытой системы теплоснабжения для зимнего периода выполняют для двух режимов:

1. При отсутствии водоразбора на горячее водоснабжение, когда расчетный расход теплоносителя, а следовательно, и потери давления в подающем и обратном трубопроводах будут равными (диаметры подающего и обратного трубопровода одинаковые).

					МД-13.04.01.01 ПЗ	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2. При максимальном водоразборе на горячее водоснабжение из обратного трубопровода (диаметры подающего и обратного трубопровода разные).

Конструкторский расчет тепловой сети закрытой системы теплоснабжения выполняется из условия, что диаметры подающего и обратного трубопроводов одинаковые.

Расходы теплоносителя на участках тепловой сети определяются в зависимости от схемы присоединения потребителей и способа регулирования отпуска теплоты.

Конструкторский расчет тепловой сети может быть выполнен двумя способами:

1. по известной разности располагаемых напоров в начале и конце рассчитываемой сети. При этом за основную магистраль при расчете разветвленной тепловой сети выбирают ветвь с наименьшими удельными потерями напора.

2. по задаваемым удельным потерям давления на основной магистрали и ответвлениях. В этом случае за основную магистраль принимается наиболее протяженная ветвь. Удельные потери на магистрали выбирают так, чтобы давления в узлах ответвлений обеспечивало нормальную работу всех потребителей.

В первом случае решение задачи сводится к определению расчетных удельных потерь напора и подбору таких диаметров трубопроводов, при которых фактические удельные потери напора не превышают расчетных. Под расчетным участком разветвленной сети будем понимать трубопровод, в котором расход теплоносителя не изменяется. Расчетный участок располагается, как правило, между соседними ответвлениями. Расчетный участок делится на два или несколько, если в его пределах требуется изменить диаметры труб или вид прокладки.

При этом конструкторский расчет тепловой сети распадается на два этапа: предварительный и поверочный.

					МД-13.04.01.01 ПЗ	Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Предварительный расчет

1. Определяются расчетные расходы теплоносителя на всех участках расчетной магистрали тепловой сети путем последовательного суммирования расходов теплоносителя по всем потребителям и ответвлениям.

2. Определяется расчетный располагаемый напор на каждом потребителе $\Delta H_{\text{пот.}}$

3. Определяется ориентировочная доля потерь давления в местных сопротивлениях по формуле Б.Л. Шифринсона:

$$\alpha_i = z \cdot \sqrt{G_i} \quad (2.1)$$

где G_i – расход теплоносителя на участке, кг/с;

z – коэффициент, зависящий от вида теплоносителя, для воды $z = 0.03 - 0.05$.

4. Определяется предварительное удельное линейное падение давления на расчетной магистрали по формуле [13]:

$$R_{\text{л.уд.}} = \frac{(\Delta H_{\text{ист.}} - \Delta H_{\text{пот.}}) \cdot \gamma_{\text{ср.}}}{(1 + \alpha) \cdot 2 \cdot \sum_1^n l_i} = \frac{(\Delta H_{\text{ист.}} - \Delta H_{\text{пот.}}) \cdot g \cdot \rho_{\text{ср.}}}{(1 + \alpha) \cdot 2 \cdot \sum_1^n l_i}, \text{ Па/м} \quad (2.2)$$

где $2 \cdot \sum_1^n l_i$ – длина подающего и обратного трубопровода расчетной магистрали, м;

l_i – длина i -го участка подающего трубопровода, м;

n – количество участков подающего трубопровода на расчетной магистрали.

$\Delta H_{\text{ист.}}$ – располагаемый напор на источнике, м;

$\Delta H_{\text{пот.}}$ – располагаемый напор на потребителе, м;

$\gamma_{cp.}$ - удельный вес теплоносителя, кг/м³ . При среднегодовой температуре теплоносителя 75 °С, удельный вес воды $\gamma_{cp.} = 9555 \text{ Н/м}^3$, $\rho_{cp.} = 975 \text{ (кг/м}^3\text{)}$.

5. Определяют предварительно диаметр трубопровода по формуле [13]:

$$d_i = A_d^b \cdot \frac{G_i^{0.38}}{R_{\lambda}^{0.19}}, \text{ м} \quad (2.3)$$

где A_d^b - коэффициент, зависящий от шероховатости трубопровода и плотности теплоносителя

G_i - массовый расход теплоносителя на участке сети, кг/с;

d_i - внутренний диаметр трубопровода, м

Проверочный расчет

6. Округляют предварительно рассчитанный диаметр до ближайшего по стандарту.

7. Определяется фактическое удельное падение давления по формуле [2]:

$$R_{\lambda, \text{уд.}} = A_R^b \cdot \frac{G_i^2}{d_i^{5.25}}, \text{ Па/м} \quad (2.4)$$

При определении фактических удельных потерь давления следует ориентироваться на диаметр условного прохода трубопровода, который для стальных труб равен усредненному по толщине стенки внутреннему диаметру.

8. Определяют сумму коэффициентов местных сопротивлений $\sum \xi$. При подсчете суммы коэффициентов местных сопротивлений учитывается все устанавливаемое на участке оборудование, например задвижки, компенсаторы, отводы, тройники и т.д.

9. Определяется длина трубопровода эквивалентная местным сопротивлениям, установленным на каждом участке по формуле [13]:

					МД-13.04.01.01 ПЗ	Лист
						35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$l_{\text{экв.}} = A_l \cdot \sum \xi \cdot d_i^{1.25}, \text{ м} \quad (2.5)$$

где A_l , A_R , A_d - коэффициенты, зависящие от шероховатости трубопровода и плотности теплоносителя.

10. Определяется фактическое суммарное падение давления на участке по формуле [13]:

$$\Delta P_{\text{уч.}} = R_{\text{л.уч.}} \cdot (l + l_{\text{экв.}}), \text{ Па} \quad (2.6)$$

11. Определяется фактическая потеря напора на участке сети

$$\Delta H_{\text{уч.}} = \frac{\Delta P_{\text{уч.}}}{\gamma_{\text{ср.}}} = \frac{\Delta P_{\text{уч.}}}{g \cdot \rho_{\text{ср.}}} = \frac{\Delta P_{\text{уч.}}}{9.8 \cdot \rho_{\text{ср.}}}, \text{ м} \quad (2.7)$$

12. Определяется располагаемый напор в узлах расчетной магистрали

$$\Delta H_{\text{узла}} = \Delta H_{\text{ист.}} - \Delta H_{\text{под.уч.}} - \Delta H_{\text{обр.уч.}}, \text{ м} \quad (2.8)$$

$\Delta H_{\text{под.уч.}}$ - фактические потери напора на участке подающего трубопровода, м;

$\Delta H_{\text{обр.уч.}}$ - фактические потери напора на участке обратного трубопровода, м;

13. Определяется скорость движения воды в трубах, которая должна быть не более 3.5 м/с [2]

$$\omega_{\text{уч.}} = \frac{G_{\text{уч.}}}{3600 \cdot f_{\text{тр.}} \cdot \rho_{\text{ср.}}} = \frac{G_{\text{уч.}}}{3600 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \rho_{\text{ср.}}}, \text{ м/с} \quad (2.9)$$

Зависимость между расходом воды, скоростью и диаметром участка имеет вид:

$$G_{\text{уч.}} = 2826 \cdot \omega_{\text{уч.}} \cdot d^2 \cdot \rho_{\text{ср.}}, \text{ т/ч} \quad (2.10)$$

где $\rho_{\text{ср.}}$ - плотность теплоносителя, кг/м³,

$f_{\text{тр.}}$ - площадь поперечного сечения трубопровода, м².

14. По известному располагаемому напору в узлах расчетной магистрали и располагаемому напору у потребителей аналогично производят расчет ответвлений.

Расчет считается удовлетворительным, если полученные потери напора на каждой стадии расчета не превышают разность располагаемых напоров начала и конца расчетного участка и отличаются от него не более чем на 10%. В этом случае расчетный расход теплоносителя будет обеспечен с ошибкой не более 3.5%.

В случае, когда располагаемый напор на источнике неизвестен, его обоснование следует выполнять на основании технико-экономических расчетов. При отсутствии данных для экономического обоснования удельные потери вдоль главной магистрали можно принимать от 30 до 80 Па/м. Для ответвлений к отдельным зданиям по располагаемому перепаду давлений, но не более 300 Па/м.

При этом конструкторский расчет тепловой сети ведут по следующей методике.

Исходя из схемы присоединения местных теплопотребляющих установок, определяют требуемый перепад давлений на вводах в здания и сооружения.

1. Начиная с концевого участка расчетной магистрали, определяют диаметры труб по расчетному расходу теплоносителя и экономически целесообразным удельным потерям давления, формула (2.3).

2. По формуле (2.6) определяют потери давления на участке с учетом фактических удельных потерь давления и его приведенной длины.

Располагаемый перепад давлений в конце расчетного участка складывается из требуемого перепада давлений на вводе и суммы потерь давления в подающем и обратном трубопроводах. Для последующих участков расчетной магистрали определение потерь давления и конечных располагаемых перепадов производится аналогично.

					МД-13.04.01.01 ПЗ	Лист
						37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

После расчета магистрали во всех узловых точках сети будут известны располагаемые перепады давлений. Поэтому последующий расчет можно проводить по методике, рассмотренной выше.

Для предотвращения возможных закупорок труб продуктами коррозии и другими механическими отложениями минимальные диаметры труб тепловых сетей ограничены и принимаются, независимо от расходов теплоносителя, для магистральных и распределительных участков не менее 32 мм, а для ответвлений к отдельным зданиям - не менее 25 мм.

Диаметры подающего и обратного трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при совместной подаче теплоты на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение должны приниматься, как правило, одинаковыми.

Для распределительных участков сети и ответвлений необходимо стремиться к подбору таких диаметров труб, при которых обеспечивается полное использование располагаемого перепада давлений. Все избыточные давления в сети рекомендуется погасить на вводах в здания либо соплом элеватора, либо путем установки дроссельных шайб.

По результатам конструкторского гидравлического расчета можно построить пьезометрический график, далее выполнить наладку системы теплоснабжения либо поверочный расчет.

Данные по результатам гидравлического расчета не прилагаются ввиду их большого объема.

2.3 Расчёт надёжности сетей тепло и водоснабжения при прокладке в спутнике

Определение нормируемых эксплуатационных часовых тепловых потерь производится на основании данных о конструктивных характеристиках всех участков тепловой сети (типе прокладки, виде тепловой изоляции, диаметре и длине трубопроводов и т.п.) при среднегодовых условиях работы тепловой сети исходя из норм тепловых потерь приведенных в [8], [9] или [10].

					МД-13.04.01.01 ПЗ	Лист
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Нормы тепловых потерь (плотность теплового потока) для участков тепловых сетей вводимых в эксплуатацию, или запроектированных до 1988 года принимаются по таблицам [7], [10].

Нормы тепловых потерь (плотность теплового потока) для участков тепловых сетей вводимых в эксплуатацию после монтажа, а также реконструкции или капитального ремонта, при которых производились работы по замене тепловой изоляции после 1988 года принимаются по таблицам 8 - 22 [9], [11].

Определение часовых тепловых потерь при среднегодовых условиях работы тепловой сети по нормам тепловых потерь осуществляется отдельно для подземной и надземной прокладок по формулам:

для подземной прокладки суммарно по подающему и обратному трубопроводам:

$$Q_{\text{норм.}}^{\text{ср.г.}} = \sum (q_{\text{норм.}} \cdot L \cdot \beta), \text{ ккал/ч} \quad (2.11)$$

для надземной прокладки отдельно по подающему и обратному трубопроводам:

$$Q_{\text{норм.п.}}^{\text{ср.г.}} = \sum (q_{\text{норм.п.}} \cdot L \cdot \beta), \text{ ккал/ч} \quad (2.12)$$

$$Q_{\text{норм.о.}}^{\text{ср.г.}} = \sum (q_{\text{норм.о.}} \cdot L \cdot \beta), \text{ ккал/ч} \quad (2.13)$$

$q_{\text{норм.}}$, $q_{\text{норм.п.}}$, $q_{\text{норм.о.}}$ - удельные (на один метр длины) часовые тепловые потери, определенные по нормам тепловых потерь [1], [2] для каждого диаметра трубопровода при среднегодовых условиях работы тепловой сети, для подземной прокладки суммарно по подающему и обратному трубопроводам и отдельно для надземной прокладки, ккал/(м*ч);

L – длина трубопроводов на участке тепловой сети с диаметром d_n в двухтрубном исчислении при подземной прокладке и по подающей (обратной) линии при надземной прокладке, м;

					МД-13.04.01.01 ПЗ	Лист
						39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

β - коэффициент местных тепловых потерь, учитывающий тепловые потери арматурой, компенсаторами, опорами. Принимается для подземной канальной и надземной прокладок равным 1,2 при диаметрах трубопроводов до 0,15 м и 1,15 при диаметрах 0,15 м и более, а также при всех диаметрах бесканальной прокладки.

Значения удельных часовых тепловых потерь принимаются по нормам тепловых потерь для тепловых сетей, тепловая изоляция которых выполнена в соответствии с [8], или по нормам тепловых потерь (нормы плотности теплового потока) для тепловых сетей с тепловой изоляцией, выполненной в соответствии с [9].

Значения удельных часовых тепловых потерь при среднегодовой разности температур сетевой воды и окружающей среды (грунта или воздуха), отличающейся от значений, приведенных в нормах [8] и [9], определяются путем линейной интерполяции или экстраполяции.

В математике интерполяцией называют всякий способ, с помощью которого по таблице, содержащей некоторые числовые данные, можно найти промежуточные значения, которые непосредственно в ней не даны.

Наиболее простой является линейная интерполяция, при которой допускается, что приращение функции пропорционально приращению аргумента. Если заданное значение X лежит между приведенными в таблице значениями X_0 и $X_1 = X_0 + h$ которым соответствуют значения функции $y_0 = f(X_0)$ и $y_1 = f(X_1) + \Delta$, то принимают

$$f(x) = f(x_0) + \frac{x - x_0}{h} \cdot \Delta, \quad (2.14)$$

где $\frac{x - x_0}{h} \cdot \Delta$ - интерполяционная поправка.

Интерполяцию проводят на среднегодовую температуру воды в соответствующем трубопроводе тепловой сети или на разность среднегодовых температур воды и грунта для данной тепловой сети (или на

разность среднегодовых температур воды в соответствующих линиях и окружающего воздуха для данной тепловой сети).

Среднегодовую температуру окружающей среды определяют на основании средних за год температур наружного воздуха и грунта на уровне заложения трубопроводов, принимаемых по климатологическим справочникам или по данным метеорологической станции. Среднегодовые температуры воды в подающей и обратной линиях тепловой сети находят как среднеарифметические из среднемесячных температур в соответствующих линиях за весь период работы сети в течение года. Среднемесячные температуры воды определяют по утвержденному эксплуатационному температурному графику при среднемесячной температуре наружного воздуха.

Для тепловых сетей с тепловой изоляцией, выполненной в соответствии с [12], удельные часовые тепловые потери определяются:

Для подземной прокладки суммарно по подающему и обратному трубопроводам $q_{\text{норм.}}$ ккал/(м*ч) по формуле:

$$q_{\text{норм.}} = q_{\text{норм.}}^{T1} + (q_{\text{норм.}}^{T2} - q_{\text{норм.}}^{T1}) \cdot \frac{\Delta t_{\text{ср.}}^{\text{ср.з.}} - \Delta t_{\text{ср.}}^{T1}}{\Delta t_{\text{ср.}}^{T2} - \Delta t_{\text{ср.}}^{T1}} \quad (2.15)$$

где $q_{\text{норм.}}^{T1}$, $q_{\text{норм.}}^{T2}$ - удельные часовые тепловые потери суммарно по подающему и обратному трубопроводам каждого диаметра при двух смежных (соответственно меньшем и большем, чем для данной сети) табличных значениях среднегодовой разности температур сетевой воды и грунта, ккал/(м*ч);

$\Delta t_{\text{ср.}}^{\text{ср.з.}}$ - значение среднегодовой разности температур сетевой воды и грунта для данной тепловой сети, °С;

$\Delta t_{cp.}^{T1}, \Delta t_{cp.}^{T2}$ - смежные (соответственно меньшее и большее, чем для данной сети) табличные значения среднегодовой разности температур сетевой воды и грунта, °С.

Значение среднегодовой разности температур сетевой воды и грунта $\Delta t_{cp.}^{cp.z.}$ (°С) определяются по формуле:

$$\Delta t_{cp.}^{cp.z.} = \frac{t_{n.}^{cp.z.} - t_{o.}^{cp.z.}}{2} - t_{гр.}^{cp.z.} \quad (2.16)$$

где $t_{n.}^{cp.z.}, t_{o.}^{cp.z.}$ - среднегодовая температура сетевой воды соответственно в подающем и обратном трубопроводах данной тепловой сети, °С;

$t_{гр.}^{cp.z.}$ - среднегодовая температура грунта на глубине заложения трубопроводов, °С;

Для надземной прокладки отдельно по подающему и обратному трубопроводам $q_{норм.п.}, q_{норм.о.}$, ккал/(м*ч), по формулам:

$$q_{норм.п.} = q_{норм.п.}^{T1} + (q_{норм.п.}^{T2} - q_{норм.п.}^{T1}) \cdot \frac{\Delta t_{cp.п.}^{cp.z.} - \Delta t_{cp.п.}^{T1}}{\Delta t_{cp.п.}^{T2} - \Delta t_{cp.п.}^{T1}} \quad (2.17)$$

$$q_{норм.о.} = q_{норм.о.}^{T1} + (q_{норм.о.}^{T2} - q_{норм.о.}^{T1}) \cdot \frac{\Delta t_{cp.о.}^{cp.z.} - \Delta t_{cp.о.}^{T1}}{\Delta t_{cp.о.}^{T2} - \Delta t_{cp.о.}^{T1}} \quad (2.18)$$

где $q_{норм.п.}^{T1}, q_{норм.п.}^{T2}$ - удельные часовые тепловые потери по подающему трубопроводу для данного диаметра при двух смежных (соответственно меньшем и большем) табличных значениях среднегодовой разности температур сетевой воды и наружного воздуха, ккал/(м*ч);

$q_{норм.о.}^{T1}, q_{норм.о.}^{T2}$ - удельные часовые тепловые потери по обратному трубопроводу для данного диаметра при двух смежных (соответственно меньшем и большем) табличных значениях среднегодовой разности температур сетевой воды и наружного воздуха, ккал/(м*ч);

					МД-13.04.01.01 ПЗ	Лист
						42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$\Delta t_{cp.n.}^{cp.z.}$, $\Delta t_{cp.o.}^{cp.z.}$ - среднегодовая разность температур соответственно сетевой воды в подающем и обратном трубопроводах и наружного воздуха для данной тепловой сети, °С;

$\Delta t_{cp.n.}^{T1}$, $\Delta t_{cp.n.}^{T2}$ - смежные табличные значения (соответственно меньшее и большее) среднегодовой разности температур сетевой воды в подающем трубопроводе и наружного воздуха, °С;

$\Delta t_{cp.o.}^{T1}$, $\Delta t_{cp.o.}^{T2}$ - смежные табличные значения (соответственно меньшее и большее) среднегодовой разности температур сетевой воды в обратном трубопроводе и наружного воздуха, °С;

Среднегодовые значения разности температур для подающего $\Delta t_{cp.n.}^{cp.z.}$ и обратного $\Delta t_{cp.o.}^{cp.z.}$ трубопроводов определяется как разность соответствующих среднегодовых температур сетевой воды $t_{n.}^{cp.z.}$, $t_{o.}^{cp.z.}$ и среднегодовой температуры наружного воздуха $t_{в.}^{cp.z.}$.

Определение часовых тепловых потерь тепловыми сетями, теплоизоляционные конструкции которых выполнены в соответствии с нормами [9], принципиально не отличается от вышеприведенного. В то же время при работе с [9] необходимо учитывать следующее:

Нормы приведены отдельно для тепловых сетей с числом часов работы в год более 5000, а также 5000 и менее;

Для подземной прокладки тепловых сетей нормы приведены отдельно для канальной и бесканальной прокладок;

Нормы приведены для абсолютных значений среднегодовых температур сетевой воды в подающем и обратном трубопроводах, а не для разности среднегодовых температур сетевой воды и окружающей среды;

Удельные тепловые потери для участков подземной канальной и бесканальной прокладок для каждого диаметра трубопровода находятся путем суммирования тепловых потерь, определенных по нормам отдельно для подающего и обратного трубопроводов.

					МД-13.04.01.01 ПЗ	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Среднегодовое значение температуры сетевой воды $t_{n.}^{cp.g.}$, $t_{o.}^{cp.g.}$ определяется как среднее значение из ожидаемых среднемесячных значений температуры воды по принятому температурному графику регулирования отпуска теплоты, соответствующих ожидаемым значениям температуры наружного воздуха за весь период работы тепловой сети в течение года.

Ожидаемые среднемесячные значения температуры наружного воздуха и грунта определяются как средние значения из соответствующих статистических климатологических значений за последние 5 лет по данным местной метеорологической станции или по климатологическим справочникам.

Среднегодовое значение температуры грунта $t_{гр.}^{cp.g.}$ определяется как среднее значение из ожидаемых среднемесячных значений температуры грунта на глубине залегания трубопроводов. Данные сведены в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 - Процент надежности сетей теплоснабжения

Наименование участка	Год ввода в эксплуатацию	Диаметр, мм	Вероятность безотказной работы	Вероятность безотказной работы в теплоспутнике
ЦЭК -У2-1	2001	100	0,8412889	0,999991731
У2-1-УТ1	2001	82	0,8412889	0,999992065
УТ1-УТ3	2001	100	0,8412889	0,999991731
УТ1-УТ3 (подъем над дорогой)	2001	100	0,8412889	0,999991731
УТ3-УТ4	2001	207	0,8412889	0,99999038
УТ3-УТ4 П-образный горизонтальный компенсатор	2001	100	0,8412889	0,999991731
УТ4-больница	2001	207	0,8412889	0,99999038

Наименование участка	Год ввода в эксплуатацию	Диаметр, мм	Вероятность безотказной работы	Вероятность безотказной работы в теплоспутнике
УТ4-УТ5	2001	100	0,8412889	0,999991731
Врезка УТ5-аптека	2005	150	0,8412889	0,999996865
УТ5-УТ6	2001	100	0,8412889	0,999991731
УТ5-УТ6 П-образный (проход)	2001	150	0,8412889	0,999991003
УТ6-У6-1	2001	100	0,8412889	0,999991731
У6-1-У17-1	2000	82	0,8412889	0,999990229
У17-1-УТ-17	2000	100	0,8412889	0,999989818
У17-1 - клуб	2000	50	0,8412889	0,999991185
УТ17-УТ18-1	2000	50	0,8412889	0,999991185
УТ18-1-УТ18	2000	50	0,8412889	0,999991185
УТ18-УТ19-1	2000	50	0,8412889	0,999991185
УТ19-1 - маг. Люкс	2000	50	0,8412889	0,999991185
УТ19-1 – УТ19	2000	50	0,8412889	0,999991185
УТ19-ж/д 10	2003	50	0,8412889	0,999995544
УТ17-УТ16	2000	50	0,8412889	0,999991185
УТ16-ж/д 19а	2000	50	0,8412889	0,999991185
УТ16-УТ15-2	2000	50	0,8412889	0,999991185
УТ15-2- ж/д 21	2000	50	0,8412889	0,999991185
УТ15-2- ж/д 21	2000	50	0,8412889	0,999991185
УТ15-2- ж/д 21	2000	50	0,8412889	0,999991185
УТ15 –2- УТ15	2000	50	0,8412889	0,999991185
УТ15 – УТ15-1	2000	50	0,8412889	0,999991185

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

МД-13.04.01.01 ПЗ

Лист

45

Наименование участка	Год ввода в эксплуатацию	Диаметр, мм	Вероятность безотказной работы	Вероятность безотказной работы в теплоспутнике
УТ15 –1- УТ14	2000	50	0,8412889	0,999991185
УТ14-УТ14-1	2000	50	0,8412889	0,999991185
УТ14-1- оздор.центр, детсад)	2000	50	0,8412889	0,999991185
УТ14-УТ13	2000	50	0,8412889	0,999991185
УТ13-УТ13-1	2000	50	0,8412889	0,999991185
УТ13-1-КНС	2000	50	0,8412889	0,999991185
УТ13-1 -гаражи	1992	50	0,8412889	0,999969328
УТ13 –УТ12-1	2000	50	0,8412889	0,999991185
УТ12-1 – ж/д 2	2000	50	0,8412889	0,999991185
УТ12-1- УТ12	2000	50	0,8412889	0,999991185
УТ12-1 - УТ12 П-образный вертикальный проход	2000	50	0,8412889	0,999991185
УТ12 – ж/д 3	2000	50	0,8412889	0,999991185
УТ12 – ж/д 3	2000	50	0,8412889	0,999991185
УТ12 - опуск	2003	50	0,8412889	0,999995544
Опуск - УТ11	2003	50	0,8412889	0,999995544
УТ11-УТ10	2003	50	0,8412889	0,999995544
УТ10 - УТ9	2003	50	0,8412889	0,999995544
УТ9 - школа	2003	50	0,8412889	0,999995544
Опуск под землю у школы	2003	50	0,8412889	0,999995544
Опуск под дорогой	2007	50	0,8412889	0,999998819
УТ9 –УТ8	2003	50	0,8412889	0,999995544

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

МД-13.04.01.01 ПЗ

Лист

46

Наименование участка	Год ввода в эксплуатацию	Диаметр, мм	Вероятность безотказной работы	Вероятность безотказной работы в теплоспутнике
УТ9 –УТ8 П-образный горизонтальный компенсатор	2003	50	0,8412889	0,999995544
УТ9 –УТ8 П-образный вертикальный компенсатор	2003	50	0,8412889	0,999995544
УТ8 – ж/д 1	2008	50	0,8412889	0,999999265
УТ6 – УТ7	2003	50	0,8412889	0,999995544
УТ6 – УТ7 П-образный вертикальный компенсатор (проезд)	2003	50	0,8412889	0,999995544
УТ7 – ж/д 4	2003	50	0,8412889	0,999995544
УТ7 – УТ8	2003	50	0,8412889	0,999995544

2.2 Процент надежности сетей водоснабжения

Диаметр, мм	Год ввода в эксплуатацию	Протяженность, м	Средняя степень износа, %	Вероятность безотказной работы	Вероятность безотказной работы в теплоспутнике
20	2000	30,00	42	0,8923699	0,999991185
	2003	20,25		0,8923699	0,999995544
25	2003	41,00	28	0,8923699	0,999995544
	2008	25,00		0,8923699	0,999995544
50	1996	115,00	43	0,8923699	0,999995544
	2000	6,00		0,8923699	0,999995544

Диаметр, мм	Год ввода в эксплуатацию	Протяженность, м	Средняя степень износа, %	Вероятность безотказной работы	Вероятность безотказной работы в теплоспутнике
	2001	214,00		0,8923699	0,999995544
	2003	39,40		0,8923699	0,999998819
	2005	66,60		0,8923699	0,999995544
70	1996	196,70	47	0,8923699	0,999995544
80	2000	12,90	42	0,8923699	0,999995544
	2001	60,00		0,8923699	0,999999265
	2003	21,50		0,8923699	0,999995544
100	1996	19,25	41	0,8923699	0,999991185
	2000	52,00		0,8923699	0,999995544
	2001	87,00		0,8923699	0,999995544
	2003	127,71		0,8923699	0,999995544
	2008	91,63		0,8923699	0,999995544
125	2000	100,00	35	0,8923699	0,999995544
	2007	17,00		0,8923699	0,999995544
150	1989	135,00	56	0,8923699	0,999998819
	2000	60,00		0,8923699	0,999995544
	2003	221,50		0,8923699	0,999995544
200	1987	132,00	60	0,8923699	0,999995544
	1989	1521,00		0,8923699	0,999999265
	1996	59,35		0,8923699	0,999995544
	2000	1290,38		0,8923699	0,999995544
	2001	1314,80		0,8923699	0,999999265
	2003	1278,72		0,8923699	0,999995544
		7355,69	44	0,8923699	0,999999688

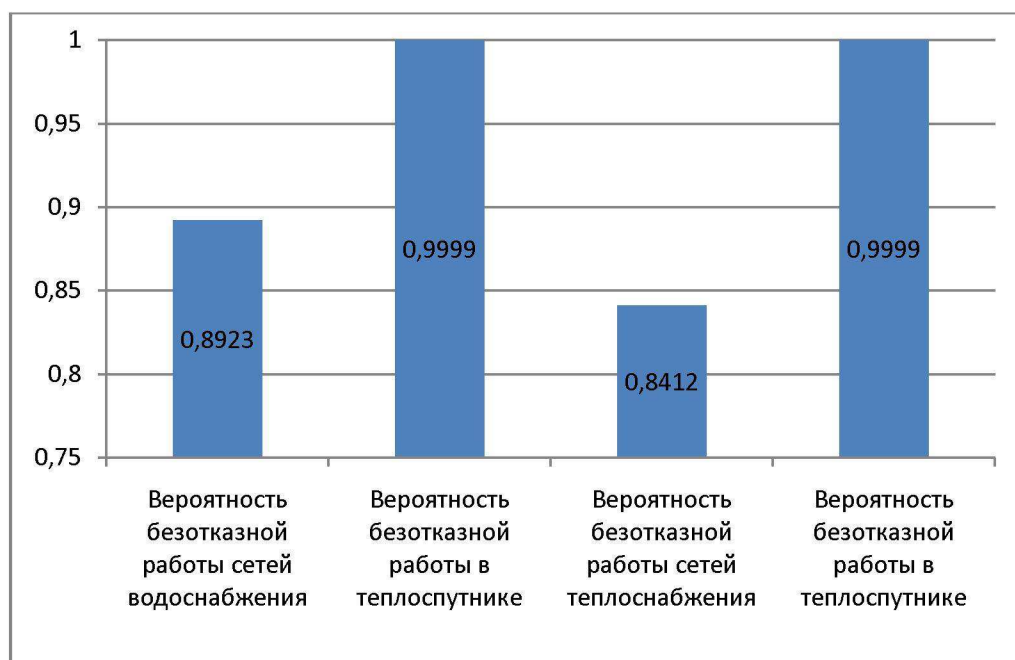
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

МД-13.04.01.01 ПЗ

Лист

48

Процент надежности в теплоспутнике повышается для теплопроводов на 14,9%, для водопроводов на 10,76%. Это непосредственно влияет на экономическую составляющую при эксплуатации сетей.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной магистерской диссертации была рассмотрена методики расчета надежности сетей тепло и водоснабжения при помощи программного обеспечения ZuluThermo,ZuluHydro.

Определение надежности сетей является важной задачей, результаты решения которой оказывают серьезное влияние в процессе обеспечения жителей безаварийной работы систем жизнеобеспечения.

					МД-13.04.01.01 ПЗ	Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Федеральный закон от 27 июля 2010 г. N 190-ФЗ "О теплоснабжении" (с изменениями и дополнениями)
- 2 Мунябин Л.И., Арефьев Н.Н. К вопросу о методике расчета тепловых потерь при различных вариантах тепловой изоляции // Новости теплоснабжения. - 2002. - № 4. - С. 35-38.
- 3 Байбаков С.А. К вопросу о методах и проблемах определения фактических тепловых потерь в тепловых сетях // Новости теплоснабжения. - 2010. - № 6. - С. 36-39.
- 4 СНиП 41.03-2003. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. - М.: Изд-во стандартов, 2004. - 25 с.
- 5 Методические указания по составлению энергетической характеристики для систем транспорта тепловой энергии по показателю «тепловые потери». Ч. 3: РД 153-34.20.523-2003. - М.: СПО ОРГРЭС, 2003.-28 с.
- 6 Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. - М.: Издательский дом МЭИ. 2006.-472 с.
- 7 Официальный сайт Политерм. 2011. URL: <http://www.politerm.com.ru/zuluihcrmo/>(дата обращения: 30.05.2015).
- 8 СП 41-103-2000. Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов. - М.: Госстрой России, 2001. - 42 с.
- 9 СНиП 23-01-99. Строительная климатология. - М.: Изд-во стандартов, 2004. - 70 с.
- 10 Попель О.С. 2008 г.. Возобновляемые источники энергии: роль и место в современной и перспективной энергетике. Российский химический журнал (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева), 2008, т. LII, № 6.
- 11 СНиП 2.04.14-88* «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов». Госстрой России. –М.: ГУП ЦПП, 2002. – 28 с.

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический
институт
Теплотехника и гидрогазодинамика
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
В.А. Кулагин
подпись инициалы, фамилия
« ____ » ____ 2018 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Комбинированное исполнение систем жизнеобеспечения в циркумполярных
районах
тема

13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника
код и наименование направления
13.04.01.01 Энергетика теплотехнологий
код и наименование магистерской программы

Научный руководитель

подпись, дата

канд. техн. наук, доцент
должность, ученая степень

А.Ю. Радзюк
инициалы, фамилия

Выпускник

подпись, дата

В.А. Семибаламут
инициалы, фамилия

Рецензент

подпись, дата

канд. техн. наук, доцент
должность, ученая степень

В.А. Заплетина
инициалы, фамилия

Красноярск 2018